

Docket No.: W1878.0189  
(PATENT)

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:  
Hideshi Yoshida

Application No.: Not Yet Assigned

Group Art Unit: N/A

Filed: Concurrently Herewith

Examiner: Not Yet Assigned

For: DIRECT OPTICAL AMPLIFIER  
CORRELATING AVERAGE LEVEL OF  
MAIN SIGNAL WITH LEVEL OF PILOT  
TONE SIGNAL

**CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS**

MS Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following  
prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	2002-212604	July 22, 2002

Application No.: Not Yet Assigned

Docket No.: W1878.0189

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: July 15, 2003

Respectfully submitted,

By 

Mark J. Thronson

Registration No.: 33,082

DICKSTEIN SHAPIRO MORIN &  
OSHINSKY LLP

1177 Avenue of the Americas

41st Floor

New York, New York 10036-2714

(212) 835-1400

Attorney for Applicant

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月22日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-212604

[ST.10/C]:

[JP2002-212604]

出 願 人

Applicant(s):

日本電気株式会社

2003年 6月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3048603

【書類名】 特許願

【整理番号】 47600232

【提出日】 平成14年 7月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04B 10/17

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 吉田 秀司

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088328

【弁理士】

【氏名又は名称】 金田 暢之

【電話番号】 03-3585-1882

【選任した代理人】

【識別番号】 100106297

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 克博

【選任した代理人】

【識別番号】 100106138

【弁理士】

【氏名又は名称】 石橋 政幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 089681

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710078

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光直接増幅器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のチャネルを有する主信号とともに伝送されているパイロットトーン信号のレベルを制御することによって、各主信号チャネルの平均レベルを所定の値に維持する、波長分割多重光伝送のための光直接増幅器において、

主信号とパイロットトーン信号を含む伝送信号のスペクトル強度分析を行い、受信したパイロットトーン信号の値と、ノイズ成分を取り除いた各主信号チャネルの平均値を出力する波長分析手段と、

前記受信したパイロットトーン信号の値をモニターするパイロットトーン信号モニターと、

前記ノイズ成分を取り除いた各主信号チャネルの平均値をモニターする主信号モニターと、

前記パイロットトーン信号モニターと前記主信号モニターの出力を入力とし、パイロットトーン信号の値とノイズ成分を取り除いた各主信号チャネルの平均値を関連付けて、前記所定の値に対応するパイロットトーン信号の値を求め、該値を目的値として出力する処理手段と、

前記処理手段からの前記目的値と、前記パイロットトーン信号モニターからのパイロットトーン信号の値を入力とし、該パイロットトーン信号の値を前記目的値になるように、光直接増幅器の励起光を制御する励起光制御手段を有することを特徴とする光直接増幅器。

【請求項 2】 増幅自然放出光の大きさをモニターする A S E モニターをさらに有し、前記波長分析手段はさらに増幅自然放出光の値を前記 A S E モニターに出力し、前記処理手段は、さらに前記 A S E モニターから増幅自然放出光の値の入力を受け、パイロットトーン信号の値とノイズ成分を取り除いた各主信号チャネルの平均値を関連付ける前に、前記ノイズ成分を取り除いた各主信号チャネルの平均値から、前記ノイズ成分を取り除いた各主信号チャネルの平均値に含まれる増幅自然放出光の値を減算する、請求項 1 に記載の光直接増幅器。

【請求項 3】 増幅自然放出光の大きさをあらかじめ格納してある A S E データメモリをさらに有し、前記処理手段は、前記 A S E データメモリから増幅自然放出光の値を読み出し、パイロットトーン信号の値とノイズ成分を取り除いた各主信号チャンネルの平均値を関連付ける前に、前記ノイズ成分を取り除いた各主信号チャンネルの平均値から、前記ノイズ成分を取り除いた各主信号チャンネルの平均値に含まれる増幅自然放出光の値を減算する、請求項 1 に記載の光直接増幅器。

【請求項 4】 複数のチャンネルを有する主信号とともに伝送されているパイロットトーン信号のレベルを制御することによって、各主信号チャンネルの平均レベルを所定の範囲に維持する、波長分割多重光伝送のための光直接増幅器において、

主信号とパイロットトーン信号を含む伝送信号のスペクトル強度分析を行い、受信したパイロットトーン信号の値と、ノイズ成分を取り除いた各主信号チャンネルの平均値を出力する波長分析手段と、

前記受信したパイロットトーン信号の値をモニターするパイロットトーン信号モニターと、

前記ノイズ成分を取り除いた各主信号チャンネルの平均値をモニターする主信号モニターと、

各主信号チャンネルの平均値の上限値および下限値を格納する主信号リミットメモリと、

前記パイロットトーン信号モニターと前記主信号モニターの出力と、前記主信号リミットメモリの前記上限値および前記下限値を入力とし、パイロットトーン信号の値とノイズ成分を取り除いた各主信号チャンネルの平均値を関連付け、前記ノイズ成分を取り除いた各主信号チャンネルの平均値が前記下限値と前記上限値の間にあるときは、前記ノイズ成分を取り除いた各主信号チャンネルの平均値に対応するパイロットトーン信号の値を求め、該値を目的値として出力し、前記ノイズ成分を取り除いた各主信号チャンネルの平均値が前記上限値を上回っているときは、該上限値に対応するパイロットトーン信号の値を求め、該値を目的値として出力し、前記ノイズ成分を取り除いた各主信号チャンネルの平均値が前記下限値を下

回っているときは、該下限値に対応するパイロットトーン信号の値を求め、該値を目的値として出力する処理手段と、

前記処理手段からの前記目的値と、前記パイロットトーン信号モニターからのパイロットトーン信号の値を入力とし、該パイロットトーン信号の値を前記目的値になるように、光直接増幅器の励起光を制御する励起光制御手段を有することを特徴とする光直接増幅器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長分割多重(WDM)光伝送システムにおける光直接増幅器に関する。

【0002】

【従来の技術】

WDM光伝送システムにおいては、主信号のレベルを一定に制御することは重要な課題である。主信号のレベルを一定に制御するには、主信号のレベルをモニターし、これを一定に制御することがまず考えられる（例えば、特開2001-103013号、特開2001-144692号）。これに対して、主信号の波長とは異なる波長を有し、各主信号チャネルの平均レベルと同じレベルを有する光信号（パイロットトーン信号）を一定に制御することにより、主信号の出力を一定に保つ方法が考案されている（例えば、特開平4-275530号、特開2001-257646号）。この方法で用いるパイロットトーン信号は、主信号の変調周波数よりもかなり小さい変調周波数を有するため、ノイズの影響を受けにくく、主信号を直接、制御に用いる方法に比べて、主信号の安定した出力一定制御が可能である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、パイロットトーン信号一定制御では、パイロットトーン信号と各主信号チャネルの平均レベルが等しいとして、パイロットトーン信号のみをモニターして制御するため、中継局の光直接増幅器の利得に波長依存性があったり



すると、パイロットトーン信号は、主信号の基準光としての意義を失い、パイロットトーン信号を盲目的に一定になるように制御しても、主信号は一定に制御されず、本来パイロットトーン信号のレベルに等しいはずの各主信号チャネルの平均レベルが、場合によっては、過度に高くなったり、過度に小さくなったりする可能性が生じる。その結果、出力レベル過大による伝送光ファイバの非線形性の発現や、出力レベル低下による S/N 比の劣化を引き起こす。

## 【 0 0 0 4 】

この問題を図 5 に模式的に示した。(a) が、各主信号チャネルの平均レベル(以下、主信号平均レベルとする)がパイロットトーン信号レベルよりも過度に大きくなる場合、(b) が、主信号平均レベルがパイロットトーン信号レベルよりも過度に小さくなる場合である。なお簡単のため、(a)、(b) でそれぞれ、3 段の光直接増幅器は同じ利得特性を有するものとする。(a) では、主信号の正味の利得がパイロットトーン信号の正味の利得(パイロットトーン一定制御では、パイロットトーン信号の波長で光直接増幅器の利得と損失が釣り合うため正味の利得は 0 であり、出力が一定となる)よりも大きいため、本来パイロットトーン信号レベルに等しいはずの主信号平均レベルが、多段中継伝送によりますます大きくなる。逆に(b)では、主信号の正味の利得がパイロットトーン信号の正味の利得よりも小さいため、本来パイロットトーン信号レベルに等しいはずの主信号平均レベルが、多段中継伝送によりますます小さくなる。

## 【 0 0 0 5 】

この問題に対して、異なる利得特性を有する光直接増幅器を複数組み合わせ、多段接続し、利得を平坦化することが考えられるが、本質的な解決にはならない。

## 【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、WDM 光伝送システムにおいて、パイロットトーン一定制御による主信号制御を行いつつも、主信号レベルが過度に大きくなったり、小さくなったりすることを確実に防止する光直接増幅器を提供することにある。

## 【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、パイロットトーン信号のみならず、主信号もモニターする。主信号については、波長分析器により、ノイズ成分を取り除いた真の主信号平均レベルが求められる。求められた真の主信号平均レベルを、モニターしているパイロットトーン信号レベルに関連付けることにより、パイロットトーン信号は主信号の基準光としての意義を回復し、所定の真の主信号平均レベルに対応したパイロットトーン信号レベルが求まる。そして、当該レベルになるように、モニターしているパイロットトーン信号を制御する。

【 0 0 0 8 】

## 【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【 0 0 0 9 】

図 1 を参照すると、本発明の第 1 の実施形態の光直接増幅器は、光信号を増幅する光モジュール部 1 と、光モジュール部を制御する電子制御部 2 からなる。

【 0 0 1 0 】

光モジュール部 1 は、光直接増幅器の媒体であるエルビウムドープ光ファイバ (E D F) 3 と、励起光を発生させる励起用レーザダイオード (L D) 5 と、励起用 L D 5 からの励起光を E D F 3 に注入するための WDM カプラ 4 と、出力ポートにおけるパイロットトーン信号および主信号をモニターするための分岐カプラ 6 と、波長分析器 1 7 と、波長分析器 1 7 で分析されたパイロットトーン信号をモニターするパイロットトーン信号モニター 7 と、ノイズを取り除いた真の主信号平均レベルをモニターする出力モニター 9 から構成される。

【 0 0 1 1 】

電子制御部 2 は、パイロットトーン信号モニター 7 からの出力と出力モニター 9 からの出力をもとに、励起用 L D 5 にパイロットトーン信号のレベルの目的値を出力する比較演算処理部 1 1 を含む演算処理部 1 0 と、パイロットトーン信号モニター 7 でモニターされているパイロットトーン信号を、比較演算処理部 1 1 から入力されたパイロットトーン信号の目的値にするように励起用 L D 5 を制御する L D 制御部 1 2 から構成される。

【 0 0 1 2 】

パイロットトーン信号モニター 7 がモニターしているパイロットトーン信号のレベルを、出力モニター 9 が真の主信号平均レベル（主信号は、高周波の変調がかかっている）、ノイズ成分が乗りやすい。したがって、ノイズ成分を含めたまま主信号平均レベルを一定にしようとする、中継ごとに真の主信号成分が目減りしてしまう。ノイズ除去は、スペクトルアナライザである波長分析器 1 7 で行える）を比較演算処理部 1 1 へ出力すると、比較演算処理部 1 1 は、主信号平均レベルがパイロットトーン信号の何倍なのかを求める。これにより、パイロットトーン信号は、主信号の基準光としての意義を回復し、パイロットトーン信号による制御が意味をなすようになる。一定に維持すべき所定の真の主信号平均レベルに対応するパイロットトーン信号レベルを求め、これを制御の目的値として、LD 制御部 1 2 へ出力する。LD 制御部 1 2 は、パイロットトーン信号モニター 7 がモニターしているパイロットトーン信号をこの目的値になるように制御する。

## 【 0 0 1 3 】

図 2 を参照すると、本発明の第 2 の実施形態である光直接増幅器が示されている。出力光に含まれる増幅自然放出（ASE）光をモニターする ASE モニター 1 9 と、減算処理部 2 0 が、図 1 の光直接増幅器から新たに設けられている。

## 【 0 0 1 4 】

主信号モニター 1 8 でモニターしている主信号平均レベルには ASE 光成分が含まれており、これを主信号平均レベルとして制御を行うと、中継を重ねるにつれて、真の主信号平均レベルが目減りする。そこで、ASE モニター 1 9 により出力光に含まれる ASE 光出力レベルをモニターし、主信号モニター 9 でモニターしている主信号平均レベルと ASE 光レベルの差を演算処理部 1 0 内の減算処理部 2 0 で求め、ASE 光を除いた真の主信号平均レベルを求める。後は、図 1 の光直接増幅器と同様の処理を行う。本実施形態により、主信号に ASE 光が多く含まれている状態で光増幅した場合に起こる、主信号光出力レベルの低下を抑制する効果が期待できる。

## 【 0 0 1 5 】

図 3 を参照すると、本発明の第 3 の実施形態である光直接増幅器が示されてい

る。本実施形態は、第 2 の実施形態において、A S E モニター 1 9 を A S E データメモリ 2 1 に置き換えたものである。あらかじめチャネル数に応じた A S E 光レベルを測定して、A S E データメモリ 2 1 にデータを格納する。A S E 光レベルの測定は、無信号状態で光直接増幅器を動作させたときの出力光を測定することにより実現可能である。外部入力によりチャネル数情報を演算処理部 1 0 に入力し、チャネル数情報に応じた A S E 光レベルのデータを A S E データメモリ 2 1 より読み出す。後は、図 2 の光直接増幅器と同様の処理を行う。本実施形態により、A S E モニター 1 9 が不要となり、制御系のコンパクト化および増幅器のコストダウンが期待できる。

## 【 0 0 1 6 】

図 4 を参照すると、本発明の第 4 の実施形態である光直接増幅器が示されている。本実施形態は、主信号平均レベルの上限値と下限値を格納した主信号リミットメモリ 2 2 を設ける。外部入力によりチャネル数情報を演算処理部 1 0 に入力し、当該チャネル数情報に応じた主信号平均レベルのリミット値（上限値、下限値）のデータを主信号リミットメモリ 2 2 から読み出す。主信号リミットメモリ 2 2 に格納された上限値より実際の主信号平均レベルが大きい場合には、この上限値に対応するパイロットトーン信号値を目的値として制御を行う。主信号リミットメモリ 2 2 に格納された下限値より実際の主信号平均レベルが小さい場合には、この下限値に対応するパイロットトーン信号値を目的値として制御を行う。実際の主信号平均レベルが主信号リミットメモリ 2 2 に格納された下限値より大きく上限値より小さい場合には、制御を行わず、そのまま光を出力する。

## 【 0 0 1 7 】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によると、全主信号チャネルの平均レベルは常に一定値またはある一定の幅に制御され、中継によって主信号平均レベルが上がりすぎたり下がりすぎたりすることなく、安定した出力レベルを確保することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の第 1 の実施形態の光直接増幅器のブロック図である。

【図 2】

本発明の第 2 の実施形態の光直接増幅器のブロック図である。

【図 3】

本発明の第 3 の実施形態の光直接増幅器のブロック図である。

【図 4】

本発明の第 4 の実施形態の光直接増幅器のブロック図である。

【図 5】

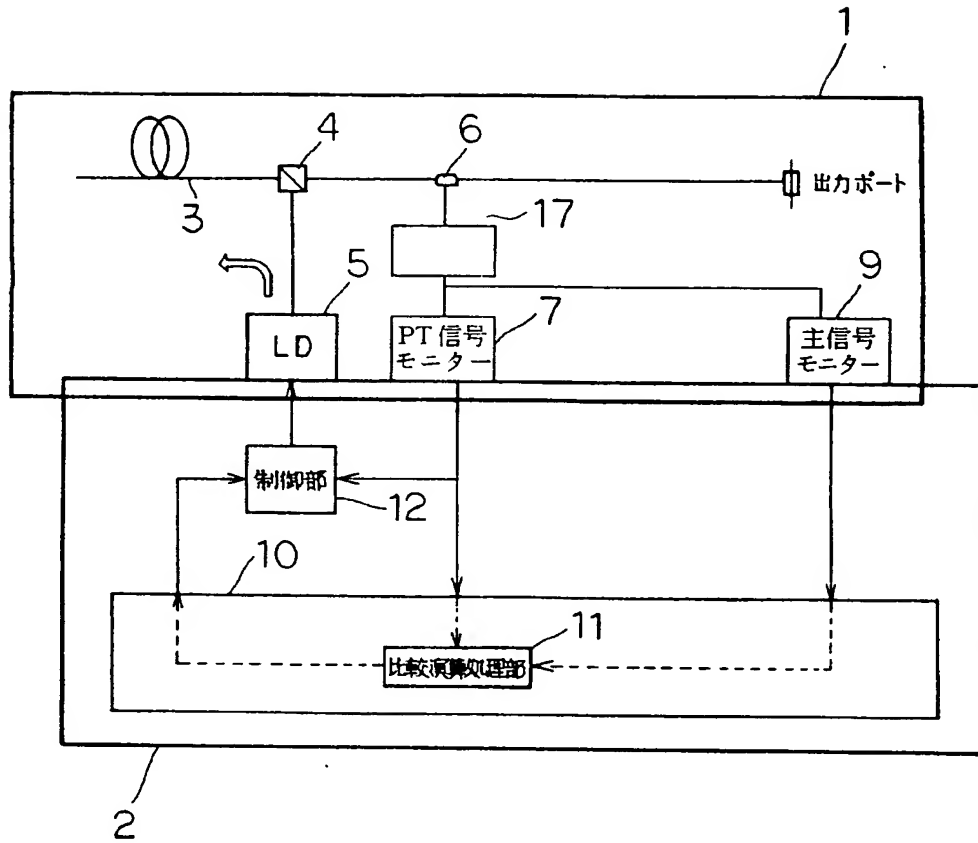
従来技術の欠点を示す図である。

【符号の説明】

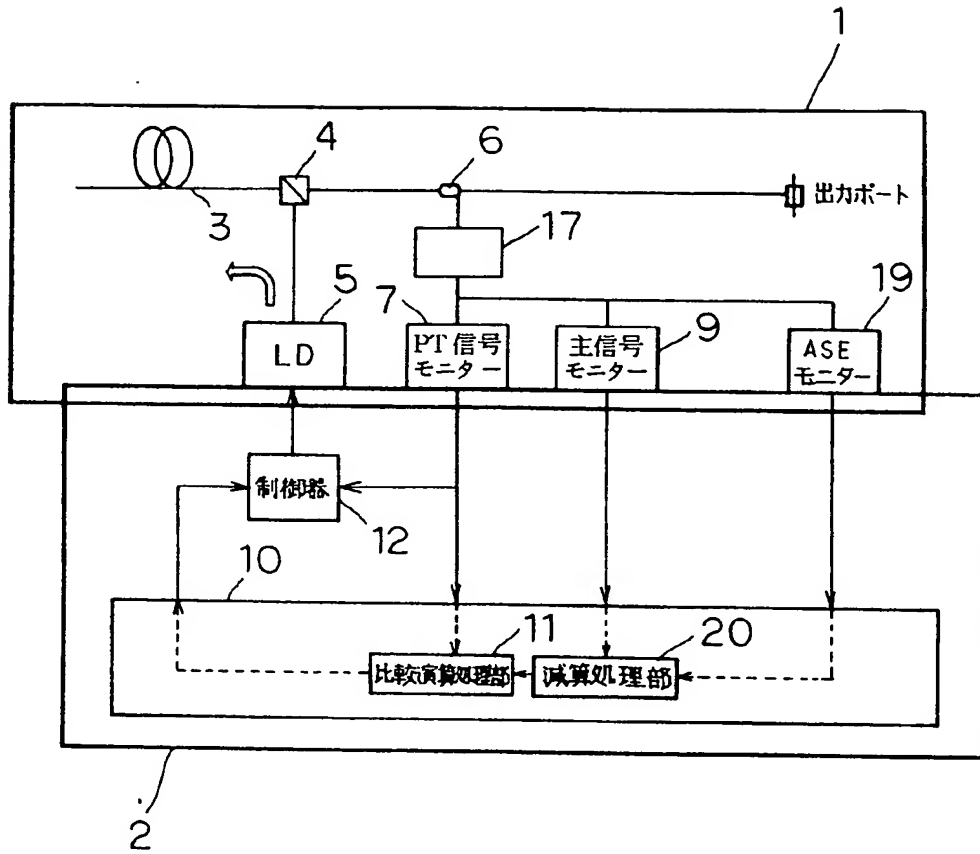
- 1 光モジュール部
- 2 電子制御部
- 3 エルビウムドープ光ファイバ(EDF)
- 4 WDMカプラ
- 5 励起用レーザダイオード(LD)
- 6 分岐カプラ
- 7 パイロットトーン(PT)信号モニター
- 9 主信号モニター
- 10 演算処理部
- 11 比較演算処理部
- 12 LD制御部
- 17 波長分析器
- 19 ASEモニター
- 20 減算処理部
- 21 ASEデータメモリ
- 22 主信号リミットメモリ

【書類名】 図面

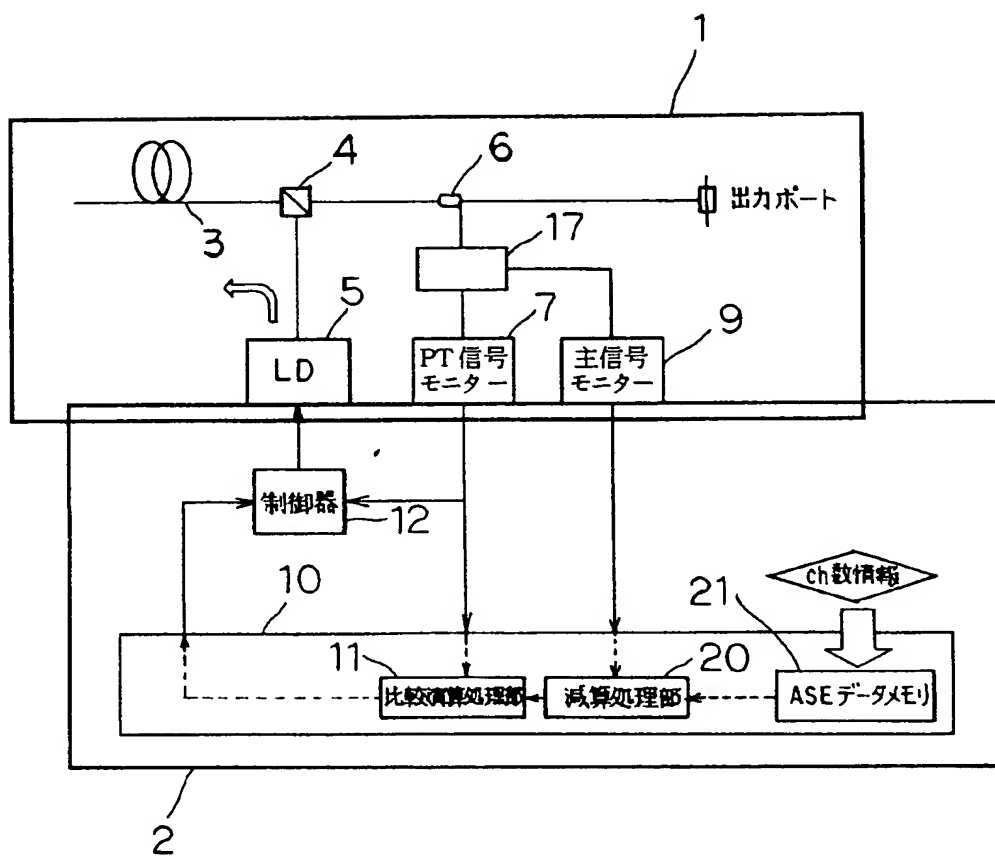
【図 1】



【図 2】

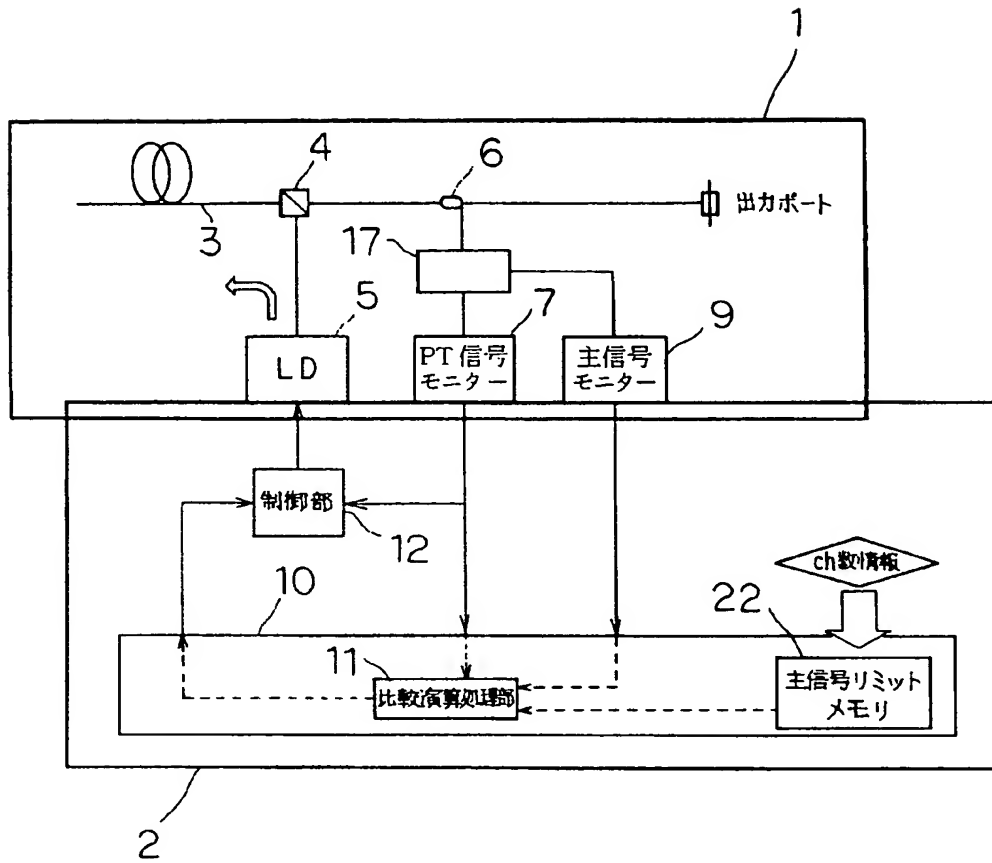


【図 3】



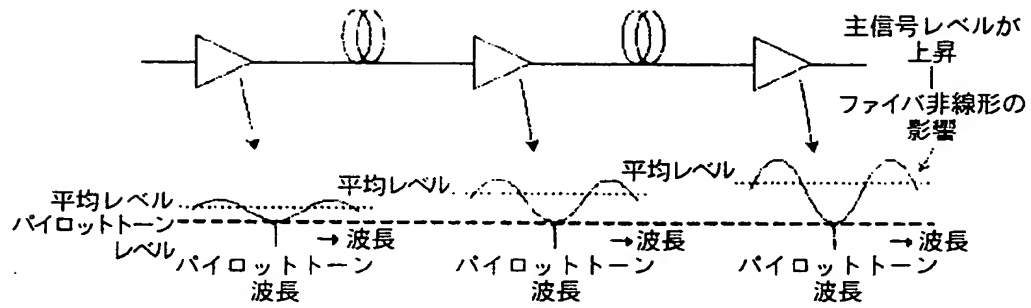


【図 4】

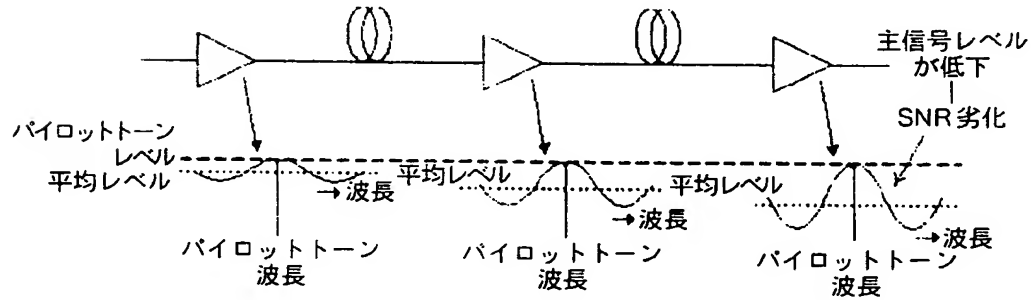


【図 5】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 WDM光伝送システムにおいて、パイロットトーン一定制御による主信号レベル制御を行いつつも、光直接増幅器の利得の波長依存性のために、主信号レベルが過度に大きくなったり、小さくなったりすることを確実に防止する光直接増幅器を提供する。

【解決手段】 本発明は、パイロットトーン信号のみならず、主信号もモニターする（PT信号モニター7および主信号モニター9）。主信号については、波長分析器17により、ノイズ成分を取り除いた真の主信号平均レベルが求められる。比較演算処理部11では、求められた真の主信号平均レベルを、モニターしているパイロットトーン信号レベルに関連付けることにより、パイロットトーン信号は主信号の基準光としての意義を回復し、所定の真の主信号平均レベルに対応したパイロットトーン信号レベルになるように、パイロットトーン信号を制御する（LD制御部12）。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 4 2 3 7 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[ 変更理由 ] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

氏 名 日本電気株式会社